

# Épületrehabilitáció és épületrekonstrukció összefüggései a bontott építőanyagok újrafelhasználásának és újrahasznosításának tervezésénél

## Correlations between building rehabilitation and -reconstruction in the utilization of reused and recycled construction materials

NEMODA Ferenc

egyetemi főtanácsos, mester oktató, PhD hallgató  
Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar, Építőmérnöki Intézet  
Budapest XIV. Thököly út 74, tel.: 0612521270, [nemoda.ferenc@ybl.szie.hu](mailto:nemoda.ferenc@ybl.szie.hu)

### ABSTRACT

*In these days still extant, buildings possibly to be rehabilitated and renovated frequently fall victim to market-oriented investment in which cases applicability of building material life cycle to achieve sustainable architecture was left out of consideration. It can be clearly established, that the building industry is one of the largest industrial sectors which uses non-renewable energy sources and natural materials all over the globe. During building and architecture rehabilitation vast amounts of construction and demolition waste arises due to the extension of building operations, which have to apply to exponentially increasing demands. On the one hand it means economic-constructional deficit, on the other hand it is indeed a threat to our environment. The manufacturing of building components has diverged from materials and technologies which although have traditions, as well as proved to be economically and ecologically usable, to a great extent in order to take steps forward in adopting sustainable alternatives, as these options prioritize re-using and recycling waste, instead of landfill and disposal.*

### KIVONAT

*A napjaink piacorientált befektetései során sokszor esnek áldozatul, még meglévő esetlegesen rehabilitálandó, felújítható épületek, amelyeknél figyelmen kívül hagyták a fenntartható építészeti eléréséhez szükséges építőanyagok életciklusainak alkalmazhatóságát. Egyértelműen megállapíthatjuk, hogy az építőipar az egyik legnagyobb nem-megújuló energiaforrásokat és természetes anyagokat felhasználó iparág világszerte. A kivitelezések és épületrehabilitációk során elképesztő mennyiségű építési és bontási hulladék keletkezik az építési munkálatok kiterjedése miatt, mert meg kell felelnie a folyamatosan növekvő igényeknek. Ez viszont az egyik irányból gazdasági-kivitelezési veszteséget is jelent, de egyben megoldásra váró környezeti fenyegetés is. Az építőanyag gyártás nagymértékben eltávolodott a hagyományokkal rendelkező, ugyanakkor gazdaságilag és ökológiaileg bizonyítottan használható anyagoktól és technológiától, hogy közelebb kerülhessen a fenntartható lehetőségek felé, melyek a hulladék lerakása, ártalmatlanítása helyett a hulladék megújítását helyezi előtérbe.*

**Kulcsszavak:** bontott építési hulladék, bontott építőanyagok, látványbeton, újrahasznosítás, fenntarthatóság, épületrehabilitáció, épületrekonstrukció

## 1. A PROJEKT HÁTTERE

A Magyarországon és Budapesten belül is az egyik kiemelkedő rehabilitációs területe a Középső-Ferencváros helyezkedik el és szakmai körökben ma már fogalom. Ismertsége és elismertsége a hazai és nemzetközi szakmai körökben egyértelmű, a rehabilitációért elnyert díjakat felsorolni is hosszú lenne. A Középső-Ferencváros azonban nemcsak fizikailag újult meg, hanem szociálisan is átalakult. A középső-ferencvárosi rehabilitációs területre az 1970-es években még házgyári épületeket terveztek, az 1980-as évek elején azonban alapvetően megváltozott a koncepció, és előtérbe került a tömbrendszer megtartása kis terek kialakításával, a belső udvarok parkosításával. Ebben a munkafolyamatban megközelítőleg tíz épület áttervezésében vettem részt teljeskörű tervező jogosultsággal, amelyekben részlegesen megmaradt eredeti történeti tervekből és a helyszíni feltárások alapján történt a komplex tervezési folyamat és amelyek olyan újrahasznosított komponenseket is tartalmaznak, amiket független kutatók az építés során megfigyeltek, vagy az adatokat összegyűjtötték az építkezés után.

A Középső-Ferencváros meglévő épületeinél három típusú rehabilitációról beszélhetünk, amelyből ténylegesen csak kettő megoldás elfogadható, úgymint:

- Az épület részleges rehabilitációja
- Az épület komplex teljeskörű rehabilitációja
- Az épület részleges vagy teljes bontása

Az épület komplex teljeskörű rehabilitáció tervezése során az alábbi szempontrendszer alapján dolgozhatunk:

- használat, funkció
- felújítás, hozzá- ráépítés, visszaépítés
- bontáskor és a felújításkor alkalmazott anyagok újrafelhasználásának lehetősége
- energiaellátás optimalizálása és alternatív megoldások alkalmazása
- közműhasználat – a vízhasználatra és szennyvízkezelés kezelése a tervezés, kivitelezés , üzemeltetés során
- hulladékkezelés szabályozása – a hulladék csökkentésének több szintjét kellett elkülöníteni, hogy időrendben a bontási-beépítési-technológiai hulladék ne vagy minimális mértékben keletkezzen

## 2. ÉPÜLETEK ÖSSZEFOGLALÁSA

A szerkezetek és építőanyagok jellemzően az 1850 és 1910 évek időszakában épült. Az építőanyagok jellemzően nagyon jól hasznosítható hagyományos kisméretű kerámia téglából, illetve természetes kő vegyes falazatként épület, míg a födécek borovi fenyő vagy acél és kerámia porossüveg boltozatok, illetve néhány helyen MÁTRAÍ födémeket találtunk. A zárófödémek az esetek nagy százalékában fából készültek, kivételt képezve a háborús belövéseket kapott épületek, ahol szilárd beton anyagú födémeket találtunk. A függőfolyosók egy része salak és bauxitbeton szerkezettel készült, de acélgerendás kialakítású is vizsgáltunk. A padozatok feltöltései salak vagy silt és földkeverék. A burkolatok rendkívül széles skáláját vizsgáltuk, mert az épületek kisebb-nagyobb rekonstrukciókon mentek keresztül, ami a burkolat, ablak cseréjében és a burkolat cseréjét, illetve a festési munkákat takarta. Kis mértékben történt gépészeti vagy elektromos felújítás. A toalett helyiségek a lakásokon kívül egy elkülönített külön szakaszban voltak találhatóak, főleg a „cselédlakások” esetében.

## 3. A FELADAT ÖSSZETETTSÉGE

A meglévő épület korszerűsítésél nagy mennyiségű építési és bontási hulladék termelésével és elhelyezésével. Nem ad alternatívát az esetleges meglévő vagy beépített hulladékfajta hasznosítására. A Középső-Ferencvárosban hagyományos technológiával készült házak esetében múlt század építészei és építői szándéka az épület teljes életkorban történő gondolkodás volt. Nem végeztek kutatásokat és tervezői, kivitelezői fejlesztéseket abba az irányban, hogy az épületeiket a jövőbeli „szétszerelésükre”

kódoljak vagy kialakítsák. Következésképpen a meglévő építmények szétszerelésének technikai és eszközei fejlesztés alatt állnak, akár speciális területek esetében a lebontás vagy megsemmisítés megtiltásával. [1] Itt sok esetben az erősen beépített városszövet még külön logisztikai és környezetvédelmi akadályokat is okoz a fejlesztőknek. A jelenlegi szabályozók sem segítenek a tűzvédelmi jogszabályok, kerületi szabályozási tervek, épített örökség védelmének sajátos szempontjai szemben álltak(nak) az „új – régi” anyagok alkalmazásának és az ökológikus felújítás elveivel. [2]

## 4. A HÁTTÉR

A meglévő anyagok hasznosítása és az anyagok, alkatrészek újrafelhasználása nem új fogalmak. Ezek évek óta léteznek és sokkal szélesebb körben alkalmazták az iparosodás előtti korszakban (Talbot, 1920, 308. o. ; Strausser, 1999, 355. o.). Az igazi dilemma, hogy az anyagok újrahasznosíthatósága és annak mértéke az idő múlásával hogyan változott-változik. Hogyan befolyásolja a gazdasági változások, a technológiai fejlődés, a szabványok, előírások és a trendek, amelyek a kényelem irányába mutató tendenciákat létesíti előnyben és növeli a hulladékaikat. Az épületek kivitelezése során megismert tapasztalatok és levont következtetések azt sugallják, hogy maximális rugalmasságra és alkalmazkodóképességre van szükség az újrahasznosításhoz. A meglévő épületállomány nagy részét azonban nem áthelyezésre vagy szétszerelésre tervezték. A jelenlegi tervezési és gyártási folyamatok megnehezítik azt az újrahasznosítási integrálhatóságot, amely ellentéte a jelenlegi gyakorlatnak, amely azon alapszik, hogy könnyen hozzáférhető szabványos anyagokat építenek be az épületekbe, építményekbe. Mivel a környezetvédelmi szempontok és Európai Unió jogharmonizációi is egyre hangsúlyosabbá válnak a döntéshozatali folyamatban, és a Magyarországon tapasztalható anyagmunkaerőköltség növekedés jól tükrözi az építési technológiák és építőanyagok szétszerelése és újrafelhasználása fejlesztését. Az újra felhasznált elemekkel történő tervezés azonban a tervező csapat számára olyan problémákat vet fel, amiket széles körben még nem vizsgáltak meg, és amelyeket e cikk tárgyal.

## 5. ELŐKÉSZÍTÉS

A bontott építési „új-régi” anyag felhasználása a rehabilitáció lelke, amelyhez körültekintő információ feldolgozása és alkalmazása ezen belül is a diagnosztikai eredmények, a történeti kutatások, részletekbe menő megrendelői egyeztetések, a szakági tervezők összehangolt és környezettudatos tervezési elvei hozhatják meg a kívánt sikert.

## 6. DIAGNOSZTIKA

Az anyagvizsgálatok típusának megfelelően végezhetünk a helyszínen és laboratóriumban is vizsgálatokat. Problémát mindig az jelenthet, hogy milyen arányban végzünk helyszíni és milyen arányban laboratóriumi vizsgálatokat. Az arányok megtalálása nagyon nehéz tervezői-szakértői feladat, nagy gyakorlati tapasztalatot és tudományos alapokat feltételez. A rehabilitáció tervezése során domborodik ki, hogy hiába a megfelelő tudás, ha a megrendelő irányában nincs folyamatosan kommunikálva a kapott eredmény(ek) és azokból levont következtetés(ek).

A helyszíni vagy laboratóriumi anyagvizsgálatok jelentősen megkönnyítik a tervezők és a későbbiekben a kivitelező munkáját, mert releváns információk birtokába juttatja őket.

## 7. SZAKVÉLEMÉNY

A kapott anyagvizsgálati szakvélemény megismerése után a rehabilitálandó épületnél az alábbi témaköröket kell együttesen értékelni:

- építési szakértő(k) által rendelkezésre bocsátott tervdokumentumok, rajzok, építési naplók, ÉME papírok, egyszóval a lehetőség szerinti összes dokumentum megállapításai

- a helyszíni bejárás alkalmával elvégzett felmérések, megfigyelések, vázlatok megállapításai
- a helyszíni bejárás alkalmával elvégzett anyagvizsgálatok, tesztek, mérések eredményei
- az laboratóriumban elvégzett anyagvizsgálatok, tesztek, mérések eredményei

Az Egyesült Államokbeli építkezéseknél a hulladék ártalmatlanításának nehézségei és a nagyméretű lakótelepek korlátozása ösztönözték a potenciális érdeklődést az alternatív építőanyagok irányába. Érdekes szemlélet, hogy az építési bontási hulladékot elvesztegetett erőforrásnak és a potenciális profit elszalasztásának tekintik. Így számukra a hulladékoknak értéket adó folyamatok jelentős pénzügyi haszonhoz vezethetnek, de mindenképpen követendő példának kell tekinteni. [5]

## 8. SZAKÁGI TERVEZŐK ÖSSZEHANGOLT ÉS KÖRNYEZETTUDATOS TERVEZÉSI ELVEI

A fenntarthatóság és környezettudatosság kizárólag jogszabályok által nem valósítható meg. Mind a körültekintő tervezés, mind az összehangolt szakági tervezés, illetve a szigorú hatósági ellenőrzés igényli és feltételezi a felkészült szakembert. Nem csak a szakági tervezőnek, de a generáltervezőnek is figyelemmel kell kísérnie a fenntarthatóság és környezettudatosság jegyében az energiatakarékosságot szolgáló, olyan aktív ellenőrzési rendszerek telepítését, mint az automatizált, ellenőrzési és felügyeleti rendszereket. A tervezés során az összes szakág berendezéseit, eszközeit, építőanyagait meg kell próbálni integrálni a felügyeleti rendszerbe. [6]

Gyakorlatban az alábbi három dolog vehető figyelembe:

- egyrészt, hogy minimalizáljuk az anyaghasználatot,
  - o ezen belül az anyagok a felhasználáshoz optimalizáltak legyenek (pl. a tartószerkezetek nagyszilárdságú anyagból készüljenek, a hőszigetelő anyagoknak minél kisebb legyen a hővezetési tényezője, stb.);
  - o a beépített anyagok minél tartósabbak legyenek, hogy a cserék számát minimalizálni lehessen (ez különösen a nem teljes élettartamra tervezett anyagoknál fontos, mint pl. a hőszigetelések, burkolatok, szakipari szerkezetek);
- a másik, hogy olyan anyagot válasszunk a lehetőségekhez mérten, ami a lehető legjobban újrahasznosítható lesz;
- az anyagok minél inkább szétválaszthatók legyenek a bontás során.

Ezeket már a tervezés során figyelembe kell venni, egy pályázati-közbeszerzési rendszerben célszerű értékelni ezt a törekvést is az egyéb szempontok között.

A hulladékcsökkentés második szintje, hogy a hulladékot minél közelebbi helyen és a lehető legrövidebb tárolással fel tudjuk használni. Ha az építés helyén volt korábbi épület vagy építmény, amit bontani kell, akkor a bontást is tervezni kell, annak figyelembevételével, hogy a lehető legtöbb anyag felhasználható legyen. Az újrahasználat egyik fő problémája a kereslet és a kínálat összehangolása, és ez befolyásolhatja a teljes tervezési és kivitelezési folyamatot: a visszanyert anyagok nem jelennek meg a megfelelő időben, megfelelő mennyiségben vagy megfelelő méretben. Ha egy meghatározott arányú újra hasznosítást vállalni tud a beruházó/kivitelező, akkor célszerű lenne akár anyagilag is támogatni, hogy megérje egy drágább technológiát használnia a bontáshoz (pl. elemenkénti bontás), hogy a lehető legtöbb anyagot megmentsen. Csak indokolt esetben legyen előírva az anyagok bevizsgálása szennyezettség szempontjából, pl. egy gyár vagy üzem bontásánál ez indokolt, de lakó- vagy irodaépületnél általánosságban nem. Sokszor ennek a vizsgálatnak költsége a gazdasági gátja annak, hogy a helyben bontott anyagokat visszaépítsék.

## 9. ÚJRAFELHASZNÁLÁS

Három módon lehet újra felhasználni a korábban használt összetevőket egy projektben: [3]

- A meglévő struktúra újrafelhasználása a helyszínen, esetleg hozzátenni vagy kibővíteni. Ez az „adaptív újrafelhasználásnak” nevezett megközelítés manapság viszonylag gyakori az örökségvédelem alatt álló épületeknél, mivel ezek kulturális értékkel bírnak. Számos létező épületnél is lehetséges, ahol helytálló lehet az épületet szerkezetre csupaszítani

- Meglévő épületek egészének vagy egy nagy részének új helyre szállításával. Áthelyezés előfordulhat előzetesen konstruált épületeknél, például ipari létesítmények és raktáraknál, alkalmanként más épülettípusoknál is. Az ideiglenes épületek tanulságokat kínálnak arra vonatkozóan, hogy miként lehet megtervezni a jövőbeli áthelyezést.
- Egy projekt bontása során kinyert egyes alkatrészek újrahasznosítása egy új épületben. Ezt az újrafelhasználási formát néha „komponens újrafelhasználásnak” hívják. A szerkezeti elemeket, mint például gerendákat, oszlopokat vagy nem szerkezeti elemeket, mint például a burkolat paneleket, téglákat vagy lépcsőket, melyek az egyik projektből származnak, egy másikban használják fel. Ez még nem gyakori, kivéve az örökségvédelem alatt álló alkotóelemeket. Ez a módszer segít megfontolni a tervezési szakaszban, hogy az épület miként lesz dekonstruálva, hogy könnyebben megvalósítható legyen az egyes elemek újrahasznosítása.

Az építőanyagokat aszerint is kategorizálhatjuk, hogy azok hol és milyen formában lehetnek a bontás után újrafelhasználhatók.

*Tipikusan helyben felhasználható építőanyagok és elemek:*

- falazatok anyagai
- térburkoló anyagok
- tetőfedő anyagok
- nyílászárók
- szerelt falak
- állmennyezeti elemek
- beton adalékanyagként, feltöltés anyagaként felhasználható anyagok
- acéltartók anyagai
- faszervezetek anyagai

*Építőanyagok és építőelemek, amit elemként célszerű bontani:*

- tetőfedő elemek
- fagerendák, fadeszkák,
- tömör égetett agyag falazóelemek
- acélgerendák
- gipszkarton elemek
- nyílászárók
- szerelt falak
- állmennyezeti elemek
- burkoló elemek

Az ilyen szintű bontás többlet költségeit ezek minimális költségű lerakási lehetőség biztosításával célszerű ösztönözni.

## 10. KERÜLENDŐ ANYAGOK ÉS ANYAGKOMBINÁCIÓK

Az építőanyagok között nehéz olyan csoportot megállapítani, ami az anyaga vagy a későbbi újrahasznosíthatóság miatt nem javasolt az alkalmazása. Alapvetően a műanyagok azok, amiknek egyrészt a használható élettartama általában alacsonyabb, mint a többi hasznosítás szempontjából felsorolt anyagé, és az újrahasznosításuk is kevésbé megoldott. Jellemzően kevés a tartószerkezeti anyag, leggyakrabban a szigetelő anyagoknál (mind a víz, mind a hőszigetelés területén) fordul elő. Ezek az anyagok, ha a bontásuk elkülönülten megoldható, akkor az egyéb műanyagokkal együtt kezelhető és kezelendő. Tömegében kisebb mennyiség. A legnagyobb újrahasznosítási probléma ott jelentkezik, ahol a műanyagok elválaszthatatlanok lesznek az egyéb, különben jól újrahasznosítható anyagoktól. Azt viszont nem szabad elfelejteni, hogy ezeknek jelentős része utólagos megerősítésként (FRP betétek és szalagok és ragasztó anyagaik) vagy utólagos víz, illetve nedvesség elleni szigetelésként (műgyanta alapú injektáló anyagok) kerül a szerkezeteinkben – úgy, hogy a tartószerkezeti anyagoktól elválaszthatlan, vagy nagyon nehezen elválasztható lesz ezzel akadályozva a bontás utáni újrahasznosítást

– azzal a céllal, hogy a használhatóságot biztosítsák, illetve az élettartamot megnöveljék. Általában olyankor alkalmazzák, amikor más módszer nem alkalmazható, különösen, hogy ezek meglehetősen drága módszerek.

Ahol viszont lehetséges más módszer alkalmazása hasonló műszaki eredménnyel, mint pl. a szórt műanyag hőszigetelések, ott mérlegelni kell ezek használatát és a bontással járó problémákat. A beépítési oldalon ezek nehezen szabályozhatók, de ha a bontási hulladékok leadása csak válogatva, szétválasztva lehetséges, illetve a kevert hulladék lerakásának költsége jelentősen drágább, mint a válogatott akkor idővel ezek a jellemzően most terjedő technológiák várhatóan visszaszorulnak.

Elválaszthatatlan műanyag szennyezése lesz azoknak a falazóelemeknek (amik nagy része egyébként jól újrahasznosítható lehetne), amiket szerves habarcsokkal (műgyantákkal ragasztottak össze). Itt mérlegelendő, ha nem csak az élettartam végén keletkező hulladékot nézzük, hogy egy vékony ragasztóhabarcsos technológia esetén jobb lesz a fal hőszigetelő-képessége az általában igen hosszú élettartam folyamán. Hasonló a helyzet a bontási hulladék szempontjából kedvezőtlen a hézagaiban hőszigetelő anyaggal töltött vázkerámia, vagy más hasonló rendszerű elemekkel. Itt a teljes élettartam alatti energia-megtakarítás figyelembevétele is fontos. Az egyre szigorodó energetikai követelményekkel viszont ezek jelentősen csökken, mert a ma előírt  $U=0,26 \text{ W/mK}$  hőátbocsátási érték nem érhető el egyrétegű szerkezettel. Ha pedig szükség van külön hőszigetelő rétegre (jellemzően Dryvit-rendszerű vakoltra), amikor az élettartam végén elkülönítetten bonthatók, akkor nem biztos, hogy érdemes a lényegesen drágább és a bontási hulladék szempontjából ezeket az anyagokat preferálni. Már csak azért is jelentős ez a szétválaszthatósága, mert ezeknek az anyagoknak az élettartama jelentősen rövidebb (20-50 év), mint a tartószerkezeti anyagoké (minimum 80-100 év, de több ezer éves tartószerkezetek is vannak).

Elsősorban hőszigeteléseknél, akár új épületek esetén, akár utólagos szigetelésnél preferálni kell a természetes anyagú szigetelőanyagokat (elsősorban, de nem kizárólag növényi rostok, len, szalma, kender), amik az élettartam végén könnyen lebomlanak. [7]

## 11. TANULSÁGOK – JAVASLATOK

Alapfeltétel, hogy egy határozott megrendelő és inspirált tervezőcsapat hogyan adaptálhatja a „múlt épületét a jelenbe” oly módon, hogy minél nagyobb mennyiségben visszanyert építőelemet lehessen beépíteni - idő, távolság és pénzügyi megkötések között. Mindazonáltal a projektek kiemelik az ilyen építési megközelítésben rejlő kihívásokat is, amelyek magukban foglalják a következőket:

- A bontásra vagy felújításra ítélt épületek újrahasznosítási lehetőségeinek felmérése.
- Az építési és bontási hulladékok helyszíni válogatási technikáinak és gyakorlatainak fejlesztése.
- Az építési és bontási hulladék jó minőségű újrahasznosított anyaggá való feldolgozását célzó technikák fejlesztése.
- Az építőanyagok gyártóinak ösztönzése arra, hogy újrahasznosított anyagokat használjanak.
- Az építési és bontási ágazatok együttműködési rendszerének kialakítása az építési és bontási hulladékok újrahasznosításából származó költségek és hasznok megosztása érdekében.
- Kaphasson az épület/építmény (akár több szinten) minősítést az alapján, hogy ha egy adott mennyiségben bontási hulladék felhasználásával készült. Ez jelenthessen piaci előnyt, mert a hulladékok helyes hasznosítása többlet szaktudást igényel, akár a szakmunkás (kőműves) a technológusok szintjén (pl. egy betongyárban).
- Törekedni kell, hogy a bontási hulladék nem hasznosítható elemei, anyagai minél könnyebben visszaalakulhassanak a természet körfolyamatába,
- Az anyagok újrahasznosítása nagyon helyspecifikus és időfüggő. A helymeghatározás, a térbeli korlátozások, az időbeli korlátozások és a tervezési követelmények mind hatással vannak arra, mi lehet reális és megvalósítható az adott projektben.

- Az újrahasznosított építőanyagok mentén megmentett természeti erőforrások fajtái és aránya széles skálán mozoghat. Függenek az erőforrások használatától és az anyagok kiválthatóságától is.
- Az újrahasznosításból származó potenciális előnyök megfontolása és az újrahasznosítás szemlélete része kell legyen egy új épület tervezési feladatának, illetve azokat úgy kell megtervezni, hogy lehetőség legyen a beépített anyagok későbbi újrahasznosíthatóságára.
- A BIM technológia alkalmazásával képesek kezelni az a bonyolult tervezési és szakági feladatokat, amelyhez a kivitelezés során egyszerűen hozzájuthatunk.

## HIVATKOZÁSOK

- [1] Abdol R. Chini and Stuart F. Bruening - DECONSTRUCTION AND MATERIALS REUSE IN THE UNITED STATES - Special Issue article in: *The Future of Sustainable Construction* – 2003. Published: 14<sup>th</sup> May, 2003. ISBN 1-886431-09-4
- [2] Nemoda, Ferenc -Környezettudatos fejlődési lehetőségek a Ferencváros épületrehabilitáció kapcsán: Bontott építési hulladék felhasználás pp. 101-102. Paper: 8 In: Hajdu, Miklós; Sferle-Baranyai, Tímea (szerk.) ÉTE Építésmenedzsment és Technológia Konferencia 2011 : Fejlődési lehetőségek az építőipar területén Budapest, Magyarország : TERC Kereskedelmi és Szolgáltató Kft., (2011) Tudományos[1802134
- [3] Mark Gorgolewski (2008) Designing with reused building components: some challenges, - Building Research & Information, 36:2, 175-188, DOI: [10.1080/09613210701559499](https://doi.org/10.1080/09613210701559499)
- [4] KAUSAY Tibor: Bontott beton újrahasznosítása beton adalékanyagként - Nyíregyházán, 2002. szeptember 29-én, a Magyar Tudományos Akadémia Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Tudományos Testületének 11. Tudományos Ülésén
- [5] Thormark, C. - Environmental analysis of a building with reused building materials - *International Journal of Low Energy and Sustainable Buildings*, Vol. 1, 2000; Thormark
- [6] Nemoda, Ferenc A látszóbeton, mint építőanyag és innovatív megoldás pp. 144-148. In: Hajdú, Miklós (főszerk ); Kocsis, Tamás (szerk) (szerk.) Innovatív módszerek és technológiák. Építésszervezés és Építéstechnológia Konferencia (2009) p. 234
- [7] dr.Nemes Rita-Nemoda Ferenc - Nemzeti Hulladékgazdálkodási Stratégia (NHS) - Építési és bontási hulladék - "A hulladékkal való gazdálkodás lehetséges technológiai megoldásai" részfejezet. -IHM -2020